

**COLOR FILTER FOR SOLID-STATE IMAGE PICKUP ELEMENT AND ITS MANUFACTURE****Publication Number:** 09-116914 (JP 9116914 A) , May 02, 1997**Inventors:**

- NAKAMURA KAZUHIRO

**Applicants**

- SONY CORP (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

**Application Number:** 07-291649 (JP 95291649) , October 16, 1995**International Class (IPC Edition 6):**

- H04N-009/07
- G02B-005/20
- H01L-027/14
- H04N-005/335

**JAPIO Class:**

- 44.6 (COMMUNICATION--- Television)
- 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS--- Optical Equipment)
- 42.2 (ELECTRONICS--- Solid State Components)

**JAPIO Keywords:**

- R004 (PLASMA)

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make the spectral sensitivity characteristic of a solid-state image pickup element almost the same independently of a film shape on a color filter by increasing the sensitivity of the solid-state image pickup element.

**SOLUTION:** A base film being a flat film 12 and a flat film 13 are formed on a semiconductor substrate 10 on which a light receiving section (photo sensor) 11 for each picture element in this order and a color filter 14 is formed on the flat film 13. A micro lens 15 is formed on the color filter 14. The color filter 14 is formed so that the shape of both sides at which a light 16 made incident in the light receiving section 11 passes is part of a spherical face around a focus F of the micro lens 15 and the film thickness of the color filter 14 with respect to each optical path of the light 16 incident in the light receiving section 11 is made nearly constant.

**JAPIO**

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 5502114

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-116914

(43)公開日 平成9年(1997)5月2日

(51)Int.Cl. <sup>®</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 04 N 9/07			H 04 N 9/07	D
G 02 B 5/20	101		G 02 B 5/20	101
H 01 L 27/14			H 04 N 5/335	V
H 04 N 5/335			H 01 L 27/14	D

審査請求 未請求 請求項の数4 FD (全5頁)

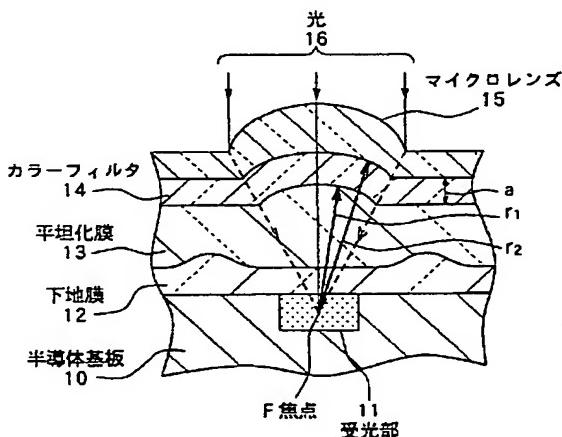
(21)出願番号	特願平7-291649	(71)出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22)出願日	平成7年(1995)10月16日	(72)発明者	中村一博 鹿児島県国分市野口北5番地1号 ソニー 国分株式会社内

(54)【発明の名称】 固体撮像素子用カラーフィルタおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 固体撮像素子の感度を上げることができると共に、カラーフィルタ上の膜形状によらずに固体撮像素子の分光感度特性を略同じにすることができるようにする。

【解決手段】 各画素毎の受光部(フォトセンサ)11が形成された半導体基板10上には、平坦化膜の下地膜12、平坦化膜13が順に形成され、平坦化膜13上にカラーフィルタ14が形成されている。カラーフィルタ14上にはマイクロレンズ15が形成されている。カラーフィルタ14は、受光部11に入射する光16が通過する部分における両面の形状がマイクロレンズ15の焦点Fを中心とする球面の一部をなすように形成され、受光部11に入射する光16の各光路に対するカラーフィルタ14の膜厚が略一定になっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体撮像素子の受光部の前面側に設けられる固体撮像素子用カラーフィルタにおいて、  
 固体撮像素子の受光部に入射する光のカラーフィルタを通過する際における光路長が光路によらずに略一定となるように、固体撮像素子の受光部に入射する光の各光路に対する膜厚を略一定としたことを特徴とする固体撮像素子用カラーフィルタ。

【請求項2】 固体撮像素子の受光部とこの受光部の前面側に設けられるマイクロレンズとの間に設けられる固体撮像素子用カラーフィルタにおいて、

受光部に入射する光が通過する部分における両面の形状がマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成されたことを特徴とする固体撮像素子用カラーフィルタ。

【請求項3】 固体撮像素子の受光部とこの受光部の前面側に設けられるマイクロレンズとの間に設けられる固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法であって、

受光部が形成された基板上に平坦化膜を形成し、  
 この平坦化膜上における各画素毎の受光部に対応する位置にレジスト材をバターニングし、

热処理によってレジスト材の表面形状をマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成し、  
 このレジスト材上にカラーフィルタを形成することを特徴とする固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法。

【請求項4】 固体撮像素子の受光部とこの受光部の前面側に設けられるマイクロレンズとの間に設けられる固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法であって、

受光部が形成された基板上に平坦化膜を形成し、  
 この平坦化膜上における各画素毎の受光部に対応する位置にレジスト材をバターニングし、

热処理によってレジスト材の表面形状をマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成し、  
 平坦化膜およびレジスト材の全面をエッチバックして、  
 平坦化膜の表面形状をマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成し、

この平坦化膜上にカラーフィルタを形成することを特徴とする固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、固体撮像素子の受光部の前面側に設けられる固体撮像素子用カラーフィルタおよびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 カラー用の固体撮像素子では、各画素毎の受光部の前面側にカラーフィルタが形成されている。また、感度向上を図るために各画素毎の受光部の前面側にマイクロレンズを形成した固体撮像素子も実用化されている。

## 【0003】 図5は従来のカラー用の固体撮像素子の断

10

面構造の一例を示したものである。この図に示した固体撮像素子では、各画素毎の受光部（フォトセンサ）101が形成された半導体基板100上に、平坦化膜の下地膜102、平坦化膜103が順に形成され、平坦化膜103上にカラーフィルタ104が平坦に形成されている。カラーフィルタ104上にはマイクロレンズ105が形成されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、図5に示した構造では、マイクロレンズ105の中心部を通る光A<sub>1</sub>はカラーフィルタ104を垂直に通過するが、マイクロレンズ105の周辺部を通る光B<sub>1</sub>はカラーフィルタ104を斜めに通過する。そのため、光B<sub>1</sub>がカラーフィルタ104を通過するときの光路長b<sub>1</sub>は、光A<sub>1</sub>がカラーフィルタ104を通過するときの光路長a<sub>1</sub>よりも長くなる。その結果、図6に示すように、カラーフィルタ104の光B<sub>1</sub>に対する透過率は、光A<sub>1</sub>に対する透過率よりも小さくなる。このように、図5に示した構造では、マイクロレンズ105の中心部以外を通る光に対する透過率が、マイクロレンズ105の中心部を通る光A<sub>1</sub>に対する透過率よりも低下するため、固体撮像素子の受光感度が低下するという問題点があった。

【0005】 更に、図5に示したような従来の構造では、マイクロレンズ105の形状やサイズが異なると、固体撮像素子の分光感度特性が異なり、分光感度特性の均一化を図ることができないという問題点があった。このことを、図7および図8を参照して説明する。図7は図5に示した固体撮像素子に比べてマイクロレンズ105の形状が異なり、且つサイズが大きい固体撮像素子の断面構造を示したものである。この図において、マイクロレンズ105の中心部を通る光A<sub>2</sub>がカラーフィルタ104を通過するときの光路長をa<sub>2</sub>、マイクロレンズ105の周辺部を通る光B<sub>2</sub>がカラーフィルタ104を通過するときの光路長をb<sub>2</sub>とする。ここで、図5に示した構造と比較するためにa<sub>1</sub>=a<sub>2</sub>とすると、b<sub>1</sub><b<sub>2</sub>となり、図5に示した構造と図7に示した構造とでは、カラーフィルタ104を斜めに通過する光の分光透過率が異なることとなる。その結果、図5に示した構造と図7に示した構造とでは、受光部101に入射する光全体の分光強度特性も異なり、固体撮像素子の分光感度特性が異なることとなる。図8は分光感度特性の一例を示したもので、符号111は図5に示した構造における特性を示し、符号112は図7に示した構造における特性を示している。なお、カラーフィルタ104の膜厚を調整することで固体撮像素子の感度を調整することは可能であるが、この場合、全波長で同様の比率で感度が増減するため、例え、分光感度特性111と分光感度特性112のピークの値を同じにしても、分光感度特性の形状は異なったものとなってしまう。

【0006】 本発明はかかる問題点に鑑みてなされたも

20

30

40

50

ので、その課題は、固体撮像素子の感度を上げることができると共に、カラーフィルタ上の膜形状によらずに固体撮像素子の分光感度特性を略同じにすることができるようにした固体撮像素子用カラーフィルタおよびその製造方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の固体撮像素子用カラーフィルタは、固体撮像素子の受光部に入射する光のカラーフィルタを通過する際における光路長が光路によらずに略一定となるように、固体撮像素子の受光部に入射する光の各光路に対する膜厚を略一定としたものである。

【0008】請求項2記載の固体撮像素子用カラーフィルタは、固体撮像素子の受光部とこの受光部の前面側に設けられるマイクロレンズとの間に設けられるものにおいて、受光部に入射する光が通過する部分における両面の形状がマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成されたものである。

【0009】請求項3記載の固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法は、固体撮像素子の受光部とこの受光部の前面側に設けられるマイクロレンズとの間に設けられる固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法であって、受光部が形成された基板上に平坦化膜を形成し、この平坦化膜上における各画素毎の受光部に対応する位置にレジスト材をバーニングし、熱処理によってレジスト材の表面形状をマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成し、このレジスト材上にカラーフィルタを形成するものである。

【0010】請求項4記載の固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法は、固体撮像素子の受光部とこの受光部の前面側に設けられるマイクロレンズとの間に設けられる固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法であって、受光部が形成された基板上に平坦化膜を形成し、この平坦化膜上における各画素毎の受光部に対応する位置にレジスト材をバーニングし、熱処理によってレジスト材の表面形状をマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成し、平坦化膜およびレジスト材の全面をエッチバックして、平坦化膜の表面形状をマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成し、この平坦化膜上にカラーフィルタを形成するものである。

【0011】請求項1記載の固体撮像素子用カラーフィルタでは、固体撮像素子の受光部に入射する光の各光路に対する膜厚を略一定とすることで、固体撮像素子の受光部に入射する光のカラーフィルタを通過する際における光路長が光路によらずに略一定となり、固体撮像素子の感度の向上が可能となると共に、カラーフィルタ上の膜形状によらずに固体撮像素子の分光感度特性が略同じになる。

## 【0012】請求項2記載の固体撮像素子用カラーフィ

ルタでは、受光部に入射する光が通過する部分における両面の形状をマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成することで、固体撮像素子の受光部に入射する光のカラーフィルタを通過する際における光路長が光路によらずに略一定となる。

【0013】請求項3記載の固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法では、表面形状をマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成したレジスト材上にカラーフィルタを形成することで、両面の形状がマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすようにカラーフィルタが形成され、固体撮像素子の受光部に入射する光のカラーフィルタを通過する際における光路長が光路によらずに略一定となる。

【0014】請求項4記載の固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法では、表面形状をマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすように形成した平坦化膜上にカラーフィルタを形成することで、両面の形状がマイクロレンズの焦点を中心とする球面の一部をなすようにカラーフィルタが形成され、固体撮像素子の受光部に入射する光のカラーフィルタを通過する際における光路長が光路によらずに略一定となる。

## 【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0016】図1は本発明の一実施の形態に係る固体撮像素子用カラーフィルタを含む固体撮像素子の断面構造を示したものである。この固体撮像素子では、各画素毎の受光部（フォトセンサ）11が形成された半導体基板（例えばシリコン基板）10上に、平坦化膜の下地膜12および平坦化膜13が順に形成され、平坦化膜13上にカラーフィルタ14が形成されている。カラーフィルタ14上にはマイクロレンズ15が形成されている。平坦化膜13は、受光部11に入射する光16が通過する部分における表面形状がマイクロレンズ15の焦点Fを中心とする球面の一部をなすように形成されている。この平坦化膜13上に形成されたカラーフィルタ14は、受光部11に入射する光16が通過する部分における両面の形状がマイクロレンズ15の焦点Fを中心とする球面の一部をなすように形成され、受光部11に入射する光16の各光路に対するカラーフィルタ14の膜厚が略一定になっている。ここで、受光部11に入射する光16が通過する部分におけるカラーフィルタ14の下面の曲率半径を $r_1$ 、上面の曲率半径を $r_2$ とすると、受光部11に入射する光16の各光路に対するカラーフィルタ14の膜厚aは $r_2 - r_1$ となる。このように受光部11に入射する光16の各光路に対するカラーフィルタ14の膜厚が略一定になっていることより、受光部11に入射する光16のカラーフィルタ14を通過する際ににおける光路長は光路によらずに略一定となっている。

【0017】このように本実施の形態に係るカラーフィ

ルタ14によれば、受光部11に入射する光16のカラーフィルタ14を通過する際における光路長が光路によらずに略一定となっていることから、図5または図7に示したようにカラーフィルタ14を平坦に形成した場合のようにマイクロレンズの中心部以外を通る光に対する透過率がマイクロレンズの中心部を通る光に対する透過率よりも低下することができなく、固体撮像素子の感度を上げることができる。

【0018】図2は本実施の形態に係るカラーフィルタ14を含む固体撮像素子において、マイクロレンズの形状およびサイズが異なる2つの場合における光路を示す説明図である。この図において、サイズの小さいマイクロレンズ15Aを用いた場合においてマイクロレンズ15Aの周辺部を通る光の光路を符号16Aで示し、サイズの大きいマイクロレンズ15Bを用いた場合においてマイクロレンズ15Bの周辺部を通る光の光路を符号16Bで示している。この図から分かるように、本実施の形態に係るカラーフィルタ14によれば、受光部11に入射する光の各光路に対するカラーフィルタ14の膜厚が略一定になっているので、マイクロレンズ15A、15Bの形状およびサイズが異なっても、受光部11に入射する光のカラーフィルタ14を通過する際における光路長は光路によらずに略一定となる。従って、マイクロレンズ15の形状やサイズ等が異なることによりカラーフィルタ14上の膜形状が異なっても、固体撮像素子の分光感度特性を略同じにすることができる。

【0019】図3は図2に示した2つの場合における固体撮像素子の分光感度特性の一例を示したもので、符号21はマイクロレンズ15Aを用いた場合における特性を示し、符号22はマイクロレンズ15Bを用いた場合における特性を示している。この図に示したように、マイクロレンズ15の形状やサイズ等により感度の大きさは変化するが、分光感度特性の形状は波長にかかわらずに一定の比率で増減する。従って、正規化した場合の分光感度特性の形状は、マイクロレンズ15の形状やサイズ等にかかわらずに略同じになる。

【0020】次に、図4を参照して、本実施の形態に係る固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法について説明する。この製造方法では、まず、図4(a)に示すように、各画素毎の受光部11が形成された半導体基板10上に、平坦化膜の下地膜12を形成する。この平坦化膜の下地膜12は、例えばプラズマCVD(Chemical Vapor Deposition: 化学的気相成長)法によりプラズマナイトライド(SiN:H)を堆積させて形成する。次に、平坦化膜の下地膜12の上に平坦化膜13をコータ(塗布装置)により塗布する。平坦化膜13には、例えば熱硬化性アクリル樹脂(例えばJSS(日本合成ゴム社の製品名))が用いられる。次に、図4(b)に示すように、平坦化膜13上にマイクロレンズ材料であるレジスト材17(例えばHPR(富士ハント社の製品

名))をコータにより塗布し、ホト・リソグラフィ工程により、平坦化膜13における各画素毎の受光部11に対応する位置にレジスト材17をバターニングする。次に、図4(c)に示すように、熱処理によってレジスト材17の表面形状を、後に形成するマイクロレンズ15の焦点を中心とする球面の一部をなすように形成する。ここで、レジスト材17の表面形状は、レジスト材17の材料、膜厚および熱処理の温度によって制御する。次に、平坦化膜13およびレジスト材17の全面をエッチバックして、図4(c)において破線18で示すように、平坦化膜13の表面形状をマイクロレンズ15の焦点を中心とする球面の一部をなすように形成する。

【0021】次に、図4(d)に示すように、平坦化膜13上にカラーフィルタ14を形成する。その結果、カラーフィルタ14は、受光部11に入射する光が通過する部分における両面の形状がマイクロレンズ15の焦点を中心とする球面の一部をなすように形成される。カラーフィルタ14の形成は、例えば、まず、平坦化膜13上にカラーフィルタ14の元となる材料をバターニングし、元となる材料を染めることによって行うが、元々色のついた材料をカラーフィルタとしてバターニングすることもある。次に、図4(e)に示すように、カラーフィルタ14上にマイクロレンズ15を形成する。マイクロレンズ15の形成は、例えば、まず、カラーフィルタ14上に、保護膜(例えばCMS(東ソー社の製品名))を形成し、その上にレジスト材(例えばHPR(製品名))をバターニングし、熱処理によってレジスト材の表面を球面状にし、全面をエッチバックすることによって行う。ここで、マイクロレンズ15の形状は、レジスト材の材料、膜厚および熱処理の温度によって制御する。

【0022】なお、上述の製造方法では、図4(c)に示したように、熱処理によってレジスト材17の表面形状をマイクロレンズ15の焦点を中心とする球面の一部をなすように形成した後、全面をエッチバックして、平坦化膜13の表面形状をマイクロレンズ15の焦点を中心とする球面の一部をなすように形成し、その上にカラーフィルタ14を形成するようにしたが、熱処理によってレジスト材17の表面形状をマイクロレンズ15の焦点を中心とする球面の一部をなすように形成した後、エッチバックすることなく、レジスト材17および平坦化膜13上にカラーフィルタ14を形成しても良い。この場合も、カラーフィルタ14は、受光部11に入射する光が通過する部分における両面の形状がマイクロレンズ15の焦点を中心とする球面の一部をなすように形成される。

【0023】  
【発明の効果】以上説明したように本発明の固体撮像素子用カラーフィルタおよびその製造方法によれば、固体撮像素子の受光部に入射する光のカラーフィルタを通過

する際における光路長が光路によらずに略一定となり、固体撮像素子の感度を上げることができると共に、カラーフィルタ上の膜形状によらずに固体撮像素子の分光感度特性を略同じにすることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る固体撮像素子用カラーフィルタを含む固体撮像素子の断面構造を示す断面図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係る固体撮像素子用カラーフィルタの作用を説明するための説明図である。

【図3】本発明の一実施の形態に係る固体撮像素子用カラーフィルタを含む固体撮像素子の分光感度特性の一例を示す特性図である。

【図4】本発明の一実施の形態に係る固体撮像素子用カラーフィルタの製造方法を示す説明図である。

【図5】従来の固体撮像素子の断面構造の一例を示す断面図である。

\* 面図である。

【図6】図5に示した固体撮像素子においてマイクロレンズの中心部を通る光とマイクロレンズの周辺部を通る光の透過率を示す特性図である。

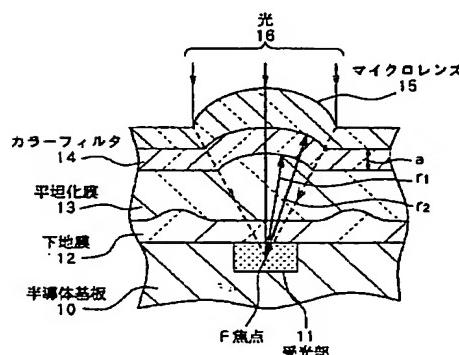
【図7】図5に示した固体撮像素子に比べてマイクロレンズの形状およびサイズが異なる固体撮像素子の断面構造を示す断面図である。

【図8】図5に示した固体撮像素子と図7に示した固体撮像素子の分光感度特性の一例を示す特性図である。

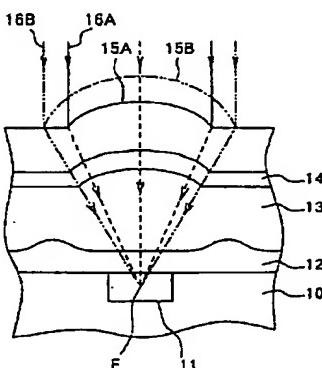
【符号の説明】

- 11 受光部
- 13 平坦化膜
- 14 カラーフィルタ
- 15 マイクロレンズ
- 16 光
- F 焦点

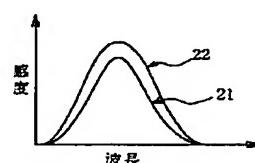
【図1】



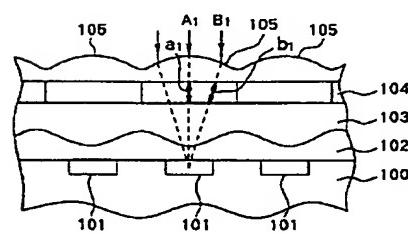
【図2】



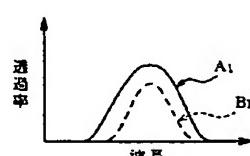
【図3】



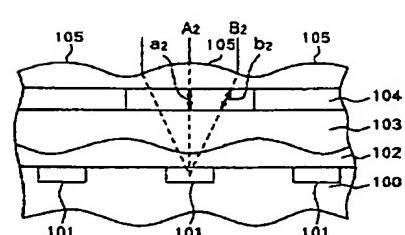
【図5】



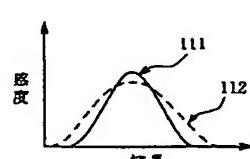
【図6】



【図7】



【図8】



【図4】

